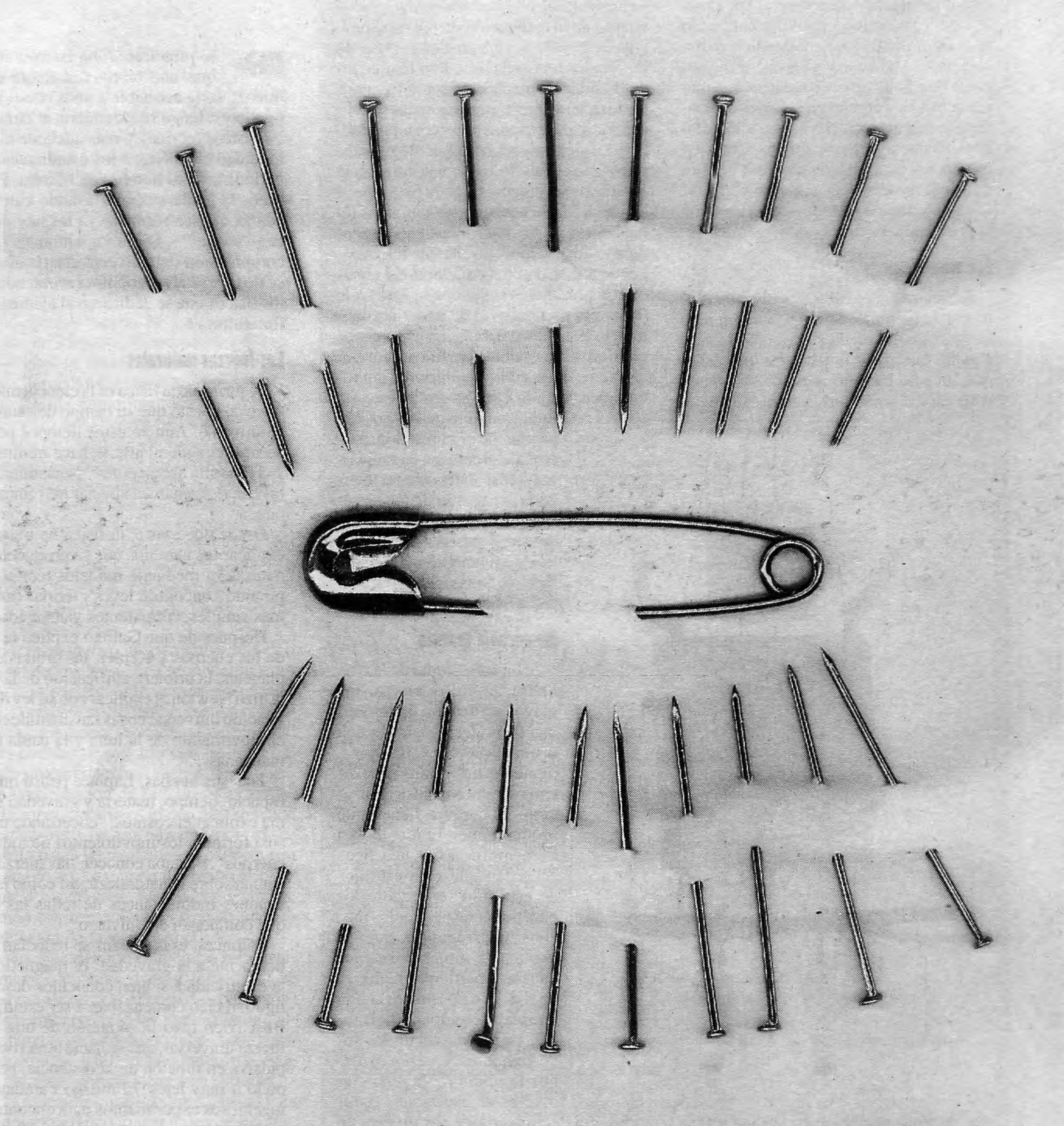
La globalización de la física

"Teorías del (casi) todo"

Desde principios de este siglo se hacen intentos de unificar todos los campos de la física y encerrar todos los fenómenos en un puñado de fórmulas, emulando las grandes generalizaciones de Newton o Maxwell. En los últimos tiempos, construcciones teóricas como las cuerdas, o la teoría de la supersimetría, han hecho renacer entre los físicos la esperanza de encontrar teorías de la gran unificación o "teoría del todo". Idea que llevó a algunos teóricos contemporáneos como Stephen Hawking a sugerir que el fin de la física está cerca. Pero no todos los físicos comparten la creencia en la posibilidad de grandes teorías unificadoras y piensan que "teoría del todo" parece más una utopía que ayuda a caminar, como diría Galeano, que una realidad posible o deseable.





Sábado 10 de julio de 1999

Por Pablo Capanna

Hace exactamente cien años Haeckel, aquel que nos dio la palabra "ecología", escribió un libro (*Los enigmas del Universo*, 1899) donde aseguraba que las grandes cuestiones científicas, incluyendo la estructura de la materia, el origen de la vida y de la conciencia, ya habían sido resueltas. Sólo quedaba en pie la cuestión del libre arbitrio, que era un falso problema y acabaría por disiparse.

Al año siguiente, en un discurso dirigido a la Academia Británica para el Avance de la Ciencia, Lord Kelvin anunciaba: "Ya no queda nada nuevo por descubrir en la física. Todo lo que nos resta es hacer más y mejores mediciones de las constantes universales".

Por una de las habituales ironías que tiene la historia, en ese mismo año de 1900 Planck comenzaba a hablar de cuantos, y Einstein ya estaba pensando en la relatividad. Pronto ambos pondrían en marcha una profunda revolución de la física, que nadie había sido capaz de prever. Asimilarla llevaría más de medio siglo.

El regreso del pesimismo

Sin embargo, apenas unas décadas después Max Born, uno de los protagonistas de esa revolución, volvió a ponerse pesimista, o quizás demasiado optimista. Hablándoles en 1928 a un grupo de visitantes de la Universidad de Gotinga les anunció que después de Dirac, "la física, tal como la conocemos, estará terminada en seis meses".

Pasó el tiempo, y la revolución cuántico-relativista, que había desplazado al paradigma newtoniano, también comenzó a ser superada por aquello que, a falta de un nombre mejor, se llama "la Nueva Física".

Una de las figuras relevantes de esta etapa, Stephen Hawking, retomó aquella venerable y tremendista tradición. Impresionado por las teorías de la supersimetría que estaban apareciendo en esos años, eligió para su conferencia inaugural de la cátedra Lucasiana de Cambridge (la misma de Newton y Dirac) este título: "¿Está a la vista el fin de la física teórica?".

La teoría de todo

En su *Historia del tiempo* de 1974 Hawking aseguraba tener razones para creer que podíamos estar cerca de encontrar las leyes fundamentales de la naturaleza. El libro terminaba con una frase bastante extraña para un ateo declarado: "Si descubriéramos una Teoría de Todo (...) sería el triunfo definitivo de la razón humana, porque entonces conoceríamos la mente de Dios".

En los últimos tiempos, la idea de una Teoría de Todo ha comenzado a abrirse paso entre los físicos teóricos, y algunos se atreven a pronosticar que su proclamación sería inminente. Se dice que pronto podríamos contar con alguna simple ecuación de la cual podríamos deducir todas las leyes y las constantes de la física. En principio, sería posible explicar la totalidad del universo, y por definición cualquier cosa que contenga (de ahí el título de Theory of Everything, TOE) a partir de un so-

Definiciones

La química orgánica se ocupa de los compuestos con carbono. La bioquímica se ocupa de los compuestos de carbono que andan por ahí.

Enviado por Elías Saford a futuro@pagina12.com.ar

Cuando las hormonas afectan los recuerdos

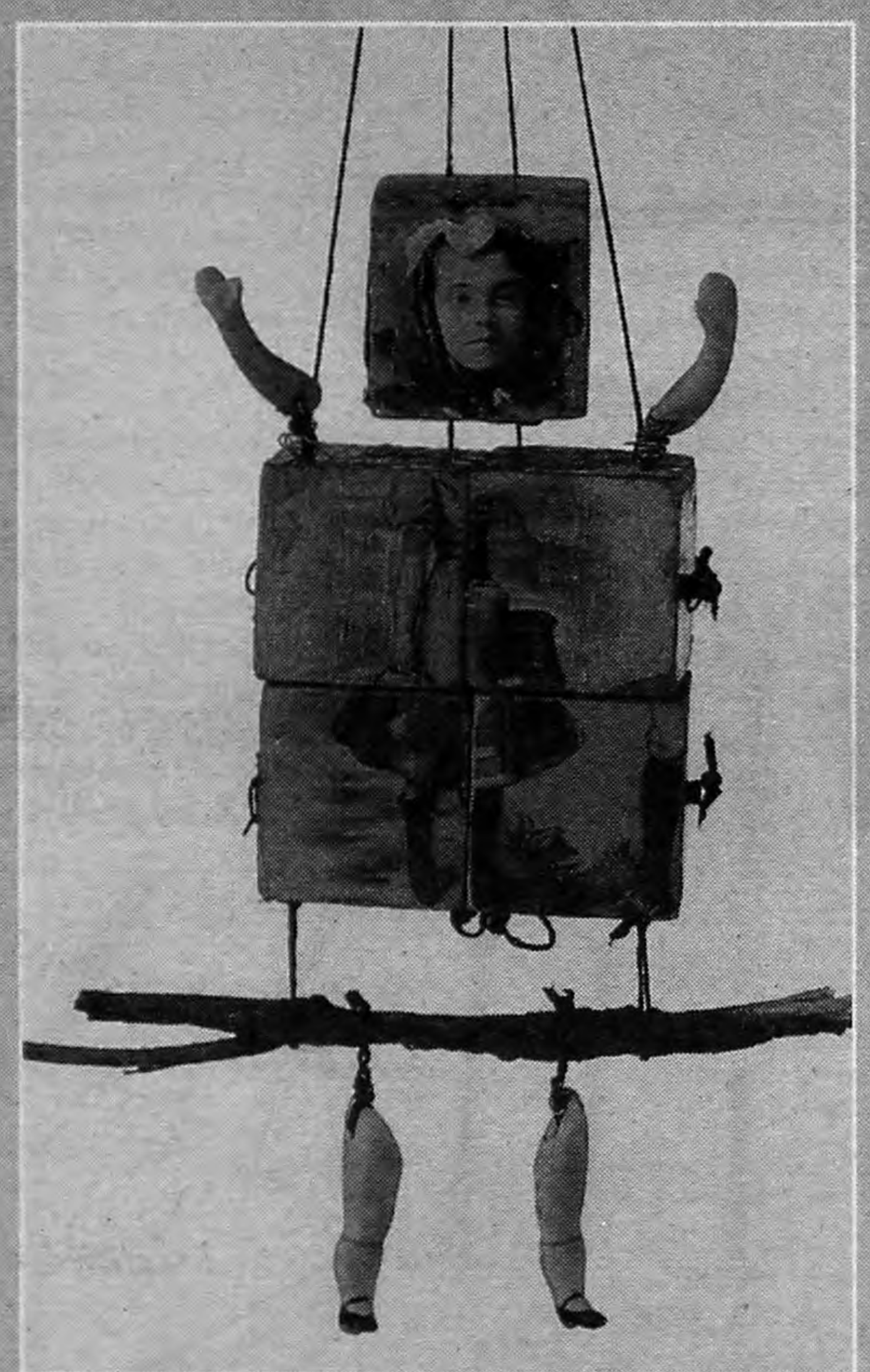
Los estrógenos y la memoria

Por Enrique de Urquiza *

Supongamos que exista un medicamento que ayude a mantener y mejorar la memoria y que con una sola lectura de un texto comprendamos y recordemos hasta los más pequeños detalles. ¿Revolucionario, no? Aunque aún lejos de haberlo logrado, varios estudios indican que existe una esperanza para un sector de la población que puede padecer de trastornos en la memoria activa: la mujer posmenopáusica. El más reciente de estos estudios fue llevado a cabo en la Universidad de Yale en los EE.UU. y publicado en el *Journal of the American Medical Association*. Los investigadores, dirigidos por la Dra. Sally Shaywitz, detectaron mayor actividad cerebral en las áreas asociadas con la memoria activa en aquellas mujeres posmenopáusicas que tomaban estrógenos y concluyeron que esta hormona puede ayudar a las mujeres a superar los problemas de memoria asociados con la posmenopausia.

Las memorias

Básicamente existen dos tipos de memoria: la memoria activa y la memoria a largo plazo. La memoria a largo plazo es aquella que permite recordar un evento que sucedió hace 10 minutos, 10 meses o 10 años. La memoria activa es aquella que permite mantener en la conciencia varios datos al mismo tiempo por un período de varios segundos haciendo posible así el diálogo y la elaboración del pensamiento (algo similar a la memoria RAM de la computadora). Por ejemplo, cuando leemos debemos relacionar conscientemente nuevas palabras y oraciones a las oraciones anteriores para así poder comprender lo leído. La capacidad de la memoria activa hace que podamos debatir un tema compuesto por varias ideas, conceptos y datos que deben permanecer activos en la conciencia para poder ser manipulados y articulados racionalmente. Los psicólogos han demostrado hace ya tiempo que el promedio normal de artículos (objetos, palabras, conceptos o números) que se pueden mantener simultáneamente activos en la memoria es entre 5 y 9. Sin embargo, después de la menopausia, cuando los niveles de estrógeno decaen abruptamente, algunas mujeres tienden a sufrir de fallas en la memoria activa. Es así como pueden olvidarse del nombre de la persona que acabaron de conocer o del lugar donde hace segundos dejaron las llaves de la casa o tienen dificultades en expresar ciertos conceptos con la rapidez y claridad con que lo hacían antes de la menopausia.



Si bien otros estudios han demostrado que las mujeres posmenopáusicas que toman estrógenos obtienen mejor resultado en tests de memoria que aquellas que no están medicadas, el estudio conducido en la Universidad de Yale por la Dra. Shaywitz es el primero en comparar visualmente, por medio de imágenes de resonancia nuclear magnética dinámica, el circuito neurológico de la memoria en presencia y ausencia de estrógenos. En las imágenes del cerebro obtenidas por el equipo de investigación de la Dra. Shaywitz es posible ver cómo ciertas áreas de los lóbulos prefrontales se iluminan cuando las mujeres medicadas con estrógenos en dosis terapéuticas tradicionales se abocan a tareas asociadas con la memoria activa. Los investigadores especulan que los estrógenos podrían tener una influencia positiva en el lenguaje y en la memoria al accionar los mecanismos fonológicos (el habla y el sonido). Esta investigación tiende a validar la hipótesis de que los estrógenos actúan como mediadores del almacenaje por breves segundos (a esto se le llama memoria activa) de material fonológico. En otras palabras, los estrógenos podrían actuar sobre los sitios neurales que sirven para codificar información fonológica. Para la Dra. Shaywitz este estudio "sugiere que es posible afectar la organización funcional del cerebro en mujeres mayores; estas alteraciones en la activación de los patrones cerebrales en la presencia de estrógenos revela una plasticidad funcional del sistema de la memoria incluso en edades avanzadas".

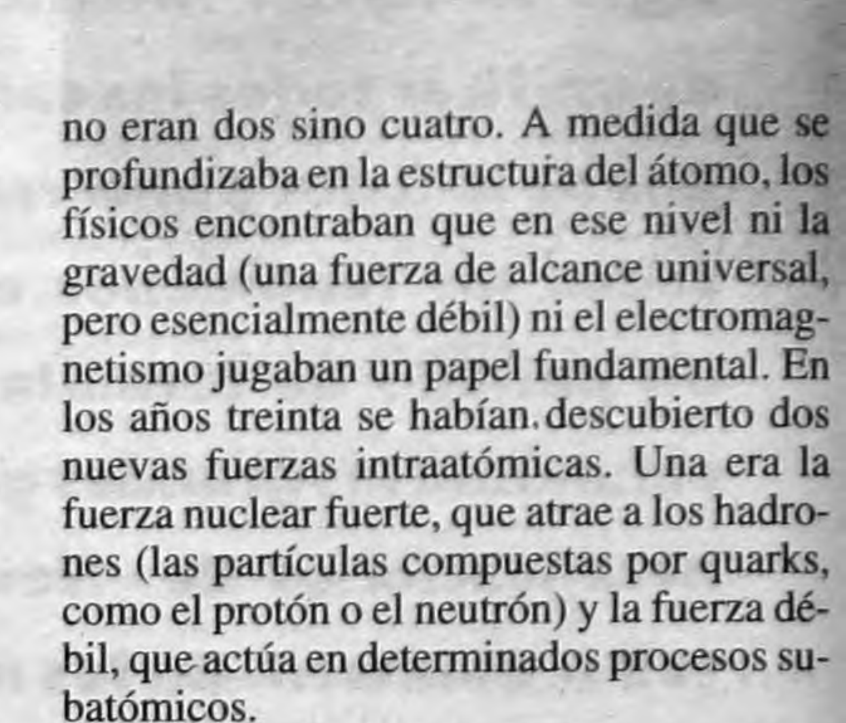
Memorable granito

Si bien el estudio de la Dra. Shaywitz sólo detectó una mayor activación de las áreas cerebrales asociadas con la memoria activa, los investigadores informaron que dichos cambios en la organización del cerebro tienen que producir mejoramientos en la memoria. Los científicos acuerdan que más estudios de este tipo son necesarios para poder responder los muchos interrogantes que se plantea la mujer posmenopáusica, particularmente el de si debe o no comenzar una terapia de reemplazo hormonal. La mujer, según los investigadores, vive por lo menos la mitad de la vida con niveles de estrógenos reducidos. La declinación de los niveles de estrógenos, típico de la menopausia, afecta a varios sistemas además del sistema reproductivo, tales como el cardiovascular y el óseo.

Los resultados de este estudio son alentadores y sugieren que la tecnología de imágenes funcionales podría transformarse en una nueva herramienta para explorar los efectos de los estrógenos en las funciones cognitivas de la mujer posmenopáusica. Como siempre en la ciencia, los resultados de una investigación abren la puerta a nuevas investigaciones, ya que todo estudio debe ser replicado por investigadores independientes para descartar así, validar o modificar y ampliar el conocimiento existente. La nueva información sobre el impacto de los estrógenos en la memoria activa es sólo un granito de arena en el largo camino hacia la comprensión del cerebro. Pero no cabe duda de que éste es un memorable granito de arena.

** Enrique de Urquiza es doctor en Ciencias de la Conducta, psicoterapeuta e instructor clínico del Hospital Gouverneur de Nueva York.*

Teorías de (casi) todo



lo principio. John Barrow ironiza que una teoría semejante al comienzo sería accesible a unos pocos investigadores, luego se extendería al círculo de los físicos teóricos y más adelante a la comunidad científica, a los estudiantes, a los periodistas y al hombre de la calle. Por último, la gente acabaría usando camisetas con la mágica fórmula: ya las hay que dicen "$e=mc^2$". ¿Diríamos entonces que la comprensión del universo estaría al alcance de todos? ¿Deberíamos recomendarles a los físicos que se dedicaran al ajedrez o a la floricultura?

Las fuerzas naturales

Se diría que la física es la ciencia más ambiciosa, puesto que su campo de estudio es el universo. Aun en estos tiempos posmodernos, cuando el arte se hace minimalista y la filosofía aboga por el "pensamiento débil", la física parece apostar más fuerte que nunca.

Desde que existe, la física ha tratado de explicar los cambios que se producen en la naturaleza mediante modelos teóricos, aspirando a encontrar leyes y teorías cada vez más simples, consistentes y abarcadoras.

Después de que Galileo explicó la caída de los cuerpos y Kepler, las órbitas de los planetas, la primera unificación de la física la hizo Newton al explicar con su ley de gravitación universal cosas tan disímiles como el movimiento de la luna y la caída de las manzanas.

Tras sus huellas, Laplace pensó que con espacio, tiempo, materia y gravedad se podía explicar el cosmos, "encerrando en una sola fórmula los movimientos de todos los cuerpos". Bastaba conocer "las fuerzas que actúan sobre la naturaleza, así como las posiciones momentáneas de todas las cosas que componen el Universo".

Entonces, esas fuerzas se reducían prácticamente a la gravedad. El magnetismo y la electricidad, si bien conocidos desde antiguo, recién comenzaban a ser estudiados. Boscovich tuvo la intuición de una única fuerza universal, que se hacía atractiva o repulsiva en función de la distancia, pero no pudo ir muy lejos. El mismo Faraday ideó ingeniosos experimentos para encontrar un vínculo entre gravedad y electricidad.

En 1873, Maxwell llegó a unificar en una sola teoría los fenómenos electromagnéticos de tal manera que el electromagnetismo permitía entender mejor también a la óptica.

En busca de la Gran Unificación

En nuestro siglo Einstein, quien nos había dado una nueva comprensión "geométrica" de la gravitación, trabajó infructuosamente durante los últimos treinta años de su vida para hallar una Teoría del Campo Unificado que explicara tanto el electromagnetismo como la gravedad. Se proponía representar las fuerzas y partículas como campos, pero no pudo ir muy lejos, por haber desestimado la física subatómica.

Sir Arthur Eddington, el gran astrofísico de ese tiempo, también trabajó en los años que precedieron a su muerte (1944) en un proyecto similar. Inspirado en la obra de Russell y Whitehead, que habían propuesto la reducción de la matemática a la lógica, pensó que las constantes y leyes físicas podían llegar a deducirse de conceptos cualitativos. Este híbrido de física y filosofía, llamado Teoría Fundamental, tampoco tuvo éxito.

Para ese tiempo, las fuerzas básicas de la naturaleza se habían duplicado. Ahora ya no eran dos sino cuatro. A medida que se profundizaba en la estructura del átomo, los físicos encontraban que en ese nivel ni la gravedad (una fuerza de alcance universal, pero esencialmente débil) ni el electromagnetismo jugaban un papel fundamental. En los años treinta se habían descubierto dos nuevas fuerzas intraatómicas. Una era la fuerza nuclear fuerte, que atrae a los hadrones (las partículas compuestas por quarks, como el protón o el neutrón) y la fuerza débil, que actúa en determinados procesos subatómicos.

Tres décadas después se dio un paso fundamental. Steven Weinberg, Abdus Salam y Sheldon L. Glashow propusieron en 1968-1969 la Teoría electrodébil, que unificaba fuerza electromagnética y fuerza débil. La interacción electromagnética se explicaba por el intercambio de fotones, y la débil por dos partículas hipotéticas, los bosones W y Z, cuya existencia fue debidamente demostrada en 1983-84 por el acelerador de alta energía del CERN.

De las cuatro fuerzas, dos ya habían sido unificadas; sólo faltaba integrar la interacción fuerte y la gravitatoria. En los ochenta, tras desarrollarse la "Cromodinámica cuántica", que daba cuenta de las interacciones nucleares, se comenzó a especular con la posibilidad de una teoría de la Gran Unificación (GUT), que uniera electrodébil con fuerte.

Llegado a este punto, el lector se merece una digresión.

Digresión

Para entonces, se seguía hablando de "partículas", aun admitiendo que también podían comportarse como ondas y que la materia y la energía eran convertibles. Ya hacía mucho tiempo que se hacía imposible intuir o visualizar conceptos de altísima complejidad matemática, al punto que algunos renegaban de la posibilidad de cualquier divulgación científica honesta.

Para burlarse de los comunes mortales, que solían preguntar por la forma, el tamaño o la posición de las partículas, los físicos optaron por la provocación y el absurdo. Tomaron del *Finnegan's Wake* de Joyce la palabra "quark", y con cierto desparpajo le atribuyeron seis "sabores" distintos, a los cuales pusieron los arbitrarios nombres de arriba, abajo, extrañeza, encanto, cima y fondo. Lo mismo ocurrió con la fuerza nuclear, que tiene tres "cargas" distintas, llamadas "colores" con todo descaro: rojo, verde y azul. De eso trata la "cromodinámica" que, por supuesto, no tiene nada que ver



Cuando las hormonas afectan los recuerdos

Los estrógenos y la memoria

Por Enrique de Urquiza *

Supongamos que exista un medicamento que ayude a mantener y mejorar la memoria y que con una sola lectura de un texto comprendamos y recordemos hasta los más pequeños detalles. ¿Revolucionario, no? Aunque aún lejos de haberlo logrado, varios estudios indican que existe una esperanza para un sector de la población que puede padecer de trastornos en la memoria activa: la mujer posmenopáusica. El más reciente de estos estudios fue llevado a cabo en la Universidad de Yale en los EE.UU. y publicado en el *Journal of the American Medical Association*. Los investigadores, dirigidos por la Dra. Sally Shaywitz, detectaron mayor actividad cerebral en las áreas asociadas con la memoria activa en aquellas mujeres posmenopáusicas que tomaban estrógenos y concluyeron que esta hormona puede ayudar a las mujeres a superar los problemas de memoria asociados con la posmenopausia.

Las memorias

Básicamente existen dos tipos de memoria: la memoria activa y la memoria a largo plazo. La memoria a largo plazo es aquella que permite recordar un evento que sucedió hace 10 minutos, 10 meses o 10 años. La memoria activa es aquella



que permite mantener en la conciencia varios datos al mismo tiempo por un período de varios segundos haciendo posible así el diálogo y la elaboración del pensamiento (algo similar a la memoria RAM de la computadora). Por ejemplo, cuando leemos debemos relacionar conscientemente nuevas palabras y oraciones a las oraciones anteriores para así poder comprender lo leído. La capacidad de la memoria activa hace que podamos debatir un tema compuesto por varias ideas, conceptos y datos que deben permanecer activos en la conciencia para poder ser manipulados y articulados racionalmente. Los psicólogos han demostrado hace ya tiempo que el promedio normal de artículos (objetos, palabras, conceptos o números) que se pueden mantener simultáneamente activos en la memoria es entre 5 y 9. Sin embargo, después de la menopausia, cuando los niveles de estrógeno decaen abruptamente, algunas mujeres tienden a sufrir de fallas en la memoria activa. Es así como pueden olvidarse del nombre de la persona que acabaron de conocer o del lugar donde hace segundos dejaron las llaves de la casa o tienen dificultades en expresar ciertos conceptos con la rapidez y claridad con que lo hacían antes de la menopausia.

Si bien otros estudios han demostrado que las mujeres posmenopáusicas que toman estrógenos obtienen mejor resultado en tests de memoria que aquellas que no están medicadas, el estudio conducido en la Universidad de Yale por la Dra. Shaywitz es el primero en comparar visualmente, por medio de imágenes de resonancia nuclear magnética dinámica, el circuito neurológico de la memoria en presencia y ausencia de estrógenos. En las imágenes del cerebro obtenidas por el equipo de investigación de la Dra. Shaywitz es posible ver cómo ciertas áreas de los lóbulos prefrontales se iluminan cuando las mujeres medicadas con estrógenos en dosis terapéuticas tradicionales se abocan a tareas asociadas con la memoria activa. Los investigadores especulan que los estrógenos podrían tener una influencia positiva en el lenguaje y en la memoria al accionar los mecanismos fonológicos (el habla y el sonido). Esta investigación tiende a validar la hipótesis de que los estrógenos actúan como mediadores del almacenaje por breves segundos (a esto se le llama memoria activa) de material fonológico. En otras palabras, los estrógenos podrían actuar sobre los sitios neurales que sirven para codificar información fonológica. Para la Dra. Shaywitz este estudio "sugiere que es posible afectar la organización funcional del cerebro en mujeres mayores; estas alteraciones en la activación de los patrones cerebrales en la presencia de estrógenos revela una plasticidad funcional del sistema de la memoria incluso en edades avanzadas".

Memorable granito

Si bien el estudio de la Dra. Shaywitz sólo detectó una mayor activación de las áreas cerebrales asociadas con la memoria activa, los investigadores informaron que dichos cambios en la organización del cerebro tienen que producir mejoramientos en la memoria. Los científicos acuerdan que más estudios de este tipo son necesarios para poder responder los muchos interrogantes que se plantea la mujer posmenopáusica, particularmente el de si debe o no comenzar una terapia de reemplazo hormonal. La mujer, según los investigadores, vive por lo menos la mitad de la vida con niveles de estrógenos reducidos. La declinación de los niveles de estrógenos, típico de la menopausia, afecta a varios sistemas además del sistema reproductivo, tales como el cardiovascular y el óseo.

Los resultados de este estudio son alentadores y sugieren que la tecnología de imágenes funcionales podría transformarse en una nueva herramienta para explorar los efectos de los estrógenos en las funciones cognitivas de la mujer posmenopáusica. Como siempre en la ciencia, los resultados de una investigación abren la puerta a nuevas investigaciones, ya que todo estudio debe ser replicado por investigadores independientes para descartar así, validar o modificar y ampliar el conocimiento existente. La nueva información sobre el impacto de los estrógenos en la memoria activa es sólo un granito de arena en el largo camino hacia la comprensión del cerebro. Pero no cabe duda de que éste es un memorable granito de arena.

** Enrique de Urquiza es doctor en Ciencias de la Conducta, psicoterapeuta e instructor clínico del Hospital Gouverneur de Nueva York.*

Teorías de (casi) todo



...lo principio. John Barrow ironiza que una teoría semejante al comienzo sería accesible a unos pocos investigadores, luego se extendería al círculo de los físicos teóricos y más adelante a la comunidad científica, a los estudiantes, a los periodistas y al hombre de la calle. Por último, la gente acabaría usando camisetas con la mágica fórmula: ya las hay que dicen "$e=mc^2$". ¿Diríamos entonces que la comprensión del universo estaría al alcance de todos? ¿Deberíamos recomendarles a los físicos que se dedicaran al ajedrez o a la floricultura?

Las fuerzas naturales

Se diría que la física es la ciencia más ambiciosa, puesto que su campo de estudio es el universo. Aun en estos tiempos posmodernos, cuando el arte se hace minimalista y la filosofía aboga por el "pensamiento débil", la física parece apostar más fuerte que nunca.

Desde que existe, la física ha tratado de explicar los cambios que se producen en la naturaleza mediante modelos teóricos, aspirando a encontrar leyes y teorías cada vez más simples, consistentes y abarcadoras.

Después de que Galileo explicó la caída de los cuerpos y Kepler, las órbitas de los planetas, la primera unificación de la física la hizo Newton al explicar con su ley de gravitación universal cosas tan disímiles como el movimiento de la luna y la caída de las manzanas.

Tras sus huellas, Laplace pensó que con espacio, tiempo, materia y gravedad se podía explicar el cosmos, "encerrando en una sola fórmula los movimientos de todos los cuerpos". Bastaba conocer "las fuerzas que actúan sobre la naturaleza, así como las posiciones momentáneas de todas las cosas que componen el Universo".

Entonces, esas fuerzas se reducían prácticamente a la gravedad. El magnetismo y la electricidad, si bien conocidos desde antiguo, recién comenzaban a ser estudiados. Boscovich tuvo la intuición de una única fuerza universal, que se hacía atractiva o repulsiva en función de la distancia, pero no pudo ir muy lejos. El mismo Faraday ideó ingeniosos experimentos para encontrar un vínculo entre gravedad y electricidad.

En 1873, Maxwell llegó a unificar en una sola teoría los fenómenos electromagnéticos de tal manera que el electromagnetismo permitía entender mejor también a la óptica.

En busca de la Gran Unificación

En nuestro siglo Einstein, quien nos había dado una nueva comprensión "geométrica" de la gravitación, trabajó infructuosamente durante los últimos treinta años de su vida para hallar una Teoría del Campo Unificado que explicara tanto el electromagnetismo como la gravedad. Se proponía representar las fuerzas y partículas como campos, pero no pudo ir muy lejos, por haber desestimado la física subatómica.

Sir Arthur Eddington, el gran astrofísico de ese tiempo, también trabajó en los años que precedieron a su muerte (1944) en un proyecto similar. Inspirado en la obra de Russell y Whitehead, que habían propuesto la reducción de la matemática a la lógica, pensó que las constantes y leyes físicas podían llegar a deducirse de conceptos cualitativos. Este híbrido de física y filosofía, llamado Teoría Fundamental, tampoco tuvo éxito.

Para ese tiempo, las fuerzas básicas de la naturaleza se habían duplicado. Ahora ya no eran dos sino cuatro. A medida que se profundizaba en la estructura del átomo, los físicos encontraban que en ese nivel ni la gravedad (una fuerza de alcance universal, pero esencialmente débil) ni el electromagnetismo jugaban un papel fundamental. En los años treinta se habían descubierto dos nuevas fuerzas intraatómicas. Una era la fuerza nuclear fuerte, que atrae a los hadrones (las partículas compuestas por quarks, como el protón o el neutrón) y la fuerza débil, que actúa en determinados procesos subatómicos.

Tres décadas después se dio un paso fundamental. Steven Weinberg, Abdus Salam y Sheldon L. Glashow propusieron en 1968-1969 la Teoría electrodébil, que unificaba fuerza electromagnética y fuerza débil. La interacción electromagnética se explicaba por el intercambio de fotones, y la débil por dos partículas hipotéticas, los bosones W y Z, cuya existencia fue debidamente demostrada en 1983-84 por el acelerador de alta energía del CERN.

De las cuatro fuerzas, dos ya habían sido unificadas; sólo faltaba integrar la interacción fuerte y la gravitatoria. En los ochenta, tras desarrollarse la "Cromodinámica cuántica", que daba cuenta de las interacciones nucleares, se comenzó a especular con la posibilidad de una teoría de la Gran Unificación (GUT), que uniera electrodébil con fuerte.

Llegado a este punto, el lector se merece una digresión.

Digresión

Para entonces, se seguía hablando de "partículas", aun admitiendo que también podían comportarse como ondas y que la materia y la energía eran convertibles. Ya hacía mucho tiempo que se hacía imposible intuir o visualizar conceptos de altísima complejidad matemática, al punto que algunos renegaban de la posibilidad de cualquier divulgación científica honesta.

Para burlarse de los comunes mortales, que solían preguntar por la forma, el tamaño o la posición de las partículas, los físicos optaron por la provocación y el absurdo. Tomaron del *Finnegan's Wake* de Joyce la palabra "quark", y con cierto desparpajo le atribuyeron seis "sabores" distintos, a los cuales pusieron los arbitrarios nombres de arriba, abajo, extrañeza, encanto, cima y fondo. Lo mismo ocurrió con la fuerza nuclear, que tiene tres "cargas" distintas, llamadas "colores" con todo descaro: rojo, verde y azul. De eso trata la "cromodinámica" que, por supuesto, no tiene nada que ver con los colores que percibimos.

Desde que existe, la física ha tratado de explicar los cambios que se producen en la naturaleza mediante modelos teóricos, aspirando a encontrar leyes y teorías cada vez más simples, consistentes y abarcadoras.

El paso siguiente lo dieron las llamadas teorías de la Supersimetría, que apuntaba a unir la fuerza electrodébil con la fuerte. Una de ellas, la Supergravedad, fue la que le permitió a Hawking sentirse en condiciones de pronosticar el fin de la física.

Hacia 1980 Alan Guth, basándose en trabajos de Hawking, formuló la Teoría Inflacionaria, que hasta ahora es la mejor conjetura acerca del Big Bang. La teoría, hoy considerada estándar, daba cuenta de lo que había ocurrido en las primeras fracciones infinitesimales del tiempo cósmico. El mundo, como la Argentina menemista, se había iniciado con una hiperinflación que había dado lugar primero a un "falso vacío" y luego aún "vacío verdadero". Y en esas etapas primordiales del universo había una sola fuerza fundamental que unificaba las fuerzas electrodébil, fuerte y gravitatoria.

Instrumentos de cuerdas

Las candidatas más firmes a convertirse en una Teoría de Todo son hoy las supercuerdas. Lamentablemente, hay cuatro o cinco teorías de cuerdas, sin contar con sus variantes, que pueden ser miles: un mal auspicio para la unidad. Esperemos que no pase lo mismo que con el esperanto y otros idiomas universales, que no hicieron más que sumarse y diluirse en la Babel general.

Entre los principales responsables de las Supercuerdas se cuentan John Schwarz, Michael Green, Edward Witten y David Gross, seguidos por un nutrido grupo en el cual se destaca el argentino Maldacena.

Con las supercuerdas se intenta resolver la básica incoherencia que existe entre la relatividad y la física cuántica, que reinan indiscutidas respectivamente a nivel macro y micro, pero que están lejos de ser congruentes.

Las cuerdas fueron un modelo ad hoc creado por Gabriele Veneziano en 1968 para entender la fuerza nuclear fuerte, que fue casi inmediatamente abandonado cuando surgió la Cromodinámica. La idea era tan simple como genial. Si en lugar de representar las "partículas" como puntos, tal como había ocurrido desde Demócrito hasta los diagramas de Feynmann, se los imaginaba como rectas, o mejor como "cuerdas" capaces de vibrar tanto en el espacio como en el tiempo, se evitaba una enorme cantidad de efectos matemáticos indeseados en sus interacciones.

En este esquema, las partículas son algo así como notas musicales, reconocibles por sus armónicos. Recordemos que después de todo, la ciencia occidental comenzó con Pitágoras, que había relacionado la longitud de las cuerdas de una lira con la altura del sonido que producían...

La combinación de la teoría de cuerdas con la supersimetría es lo que hoy se llama supercuerdas. Con este enfoque, por primera vez la física de partículas se conecta con la cosmología. Las supercuerdas no sólo explican la conducta de hadrones y leptones; también ofrecen automáticamente una interpretación de la gravitación.

Se las piensa como estructuras infinitesimalmente delgadas (harían falta 1020 de ellas para alcanzar el diámetro de un protón) que sin embargo podrían estirarse hasta alcanzar magnitudes astronómicas. Las "cuerdas cósmicas" y la "materia fantasma" estarían entre sus derivaciones más extrañas.

Hay quien dice que las supercuerdas fueron descubiertas por azar antes de tiempo, pero pertenecen a la física del siglo que viene. Edward Witten, uno de sus promotores, afirma que para llegar a comprenderlas necesitaríamos construir cinco nuevos campos de la matemática. No falta quien dice que son "una nueva rama de la geometría", un enfoque topológico que viene a profundizar esa geometrización de la física que iniciara Einstein.

La primera versión de la teoría obligaba a utilizar 26 dimensiones, que luego se redujeron a 10, necesarias para evitar la postulación de los "taquiones", partículas más veloces que la luz. De esas diez dimensiones, seis se "compactan", por lo cual no son observables, de manera que sólo podemos apreciar las cuatro del espacio-tiempo einsteniano.

Aunque parezca extraño, esta idea tiene más de medio siglo. En 1921 el alemán Theodor Kaluza reemplazó las cuatro dimensiones que usaba Einstein por cinco, y obtuvo no sólo los resultados conocidos sino también un grupo de ecuaciones que resultaron ser las de Maxwell. El sueco Oscar Klein (1926) sorteó la dificultad de la quinta dimensión, explicando que estaba "enrollada" en sí misma, como si fuera un tubo. La teoría fue una curiosidad matemática durante 50 años, pero ha vuelto a ser revisada a partir de las cuerdas.

El punto más débil de la teoría está en que todavía no tiene predicciones que puedan ser corroboradas por medios experimentales. De no descubrírselas de manera fortuita, se estima que su comprobación exigiría construir aceleradores de partículas con dimensiones que exceden tanto la capacidad tecnológica como la económica actuales.

Locas ideas

Los protagonistas, como Schwarz y Green, son reacios a proclamarlas como Teorías de Todo, una denominación que corre más por cuenta de los divulgadores que de los investigadores. Entre los veteranos, los más entusiastas de las cuerdas son Abdus Salam y Steven Weinberg. De todos modos, este último no deja de recomendarles modestia a sus colegas proclives a las totalizaciones universales. Entiende que una Teoría de Todo estaría "lógicamente aislada": sería imposible modificarla sin destruirla.

Richard Feynmann, quien murió en 1988, era bastante escéptico, aunque admitía que ideas mucho más "locas" habían resultado fecundas en el pasado. De cualquier manera, pensaba que la física teórica se estaba deslizando peligrosamente hacia la filosofía, en la medida que se iba alejando de la experimentación.

El más duro de los adversarios de la teoría es otro Nobel, Sheldon Glashow, de quien se ha dicho que "está esperando que la supercuerda se corte". Sostiene que esto tiene tan poco sentido como la teoría de Kaluza Klein, y deplora que la física de partículas y la cosmología se lleven la mayor tajada de los presupuestos, en aras de satisfacer inquietudes filosóficas.

En su libro *Theories of Everything* (1991), el matemático John Barrow pasa revista a todos estos intentos y argumenta que una Teoría de Todo sería algo así como el triunfo del reduccionismo, pero señala que la totalización tiene límites, por ejemplo en el caos y la complejidad. Barrow piensa que "no existe una fórmula que nos pueda despejar toda la verdad, la armonía y la simplicidad. Ninguna Teoría de Todo puede concedernos la comprensión total, porque al tratar de ver a través de todo, podríamos acabar por no ver nada".

Una Teoría de Todo que explicara definitivamente los fundamentos del mundo físico ¿explicaría los fenómenos de la complejidad, como el origen de la vida o de la conciencia? La Teoría de Todo ¿explicaría también a quienes la formulan y a la Teoría misma?

Datos útiles

Un ancestro "estratégico"

SCIENTIFIC AMERICAN Los paleontólogos acaban de completar otro casillero en el complejo árbol genealógico de la humanidad: el nuevo personaje que aparece en nuestra historia se llama Australopithecus garhi, y fue descubierto en Etiopía. Y según parece, sería el primer cocinero y carnicero de la familia. Hace tiempo que los científicos buscaban los restos de algún homínido que llenara el hueco temporal existente entre los primeros Homo erectus (de hace unos 2 millones de años), y los Australopithecus afarensis y anamensis (de más de 3 millones de años). No sólo se trataba de completar la línea, sino también de determinar con más precisión el momento en que nuestros antepasados africanos comenzaron a fabricar herramientas: los erectus lo hacían, pero los afarensis y anamensis, aparentemente no. Recientemente, un grupo internacional de paleontólogos dio en el clavo: encontraron los restos fósiles de un homínido junto a las márgenes de lo que fue un antiguo lago. Las primeras dataciones indican que esos huesos tendrían 2,5 millones de años, lo que coloca al espécimen en medio del citado bache paleontológico. Pero hay otros detalles que hacen sumamente interesante el descubrimiento: muy cerca de los fósiles del primate aparecieron varios huesos de animales rotos y cortados. Y de la misma antigüedad. Esta cercanía física y temporal de los restos conduce a una razonable sospecha: tal vez, el Australopithecus garhi rompía y cortaba huesos para usarlos como herramientas, probablemente para cortar la carne de otros animales. Debido a todo esto, y a ciertas características físicas, no es nada raro que haya recibido ese nombre: en el antiguo idioma local afar, garhi significa "sorpresa".

Astutos caracoles



NewScientist Ciertos caracoles de mar aprovechan la baba que ellos mismos producen para atrapar su comida. Los bígaros son una familia de moluscos marinos gasterópodos, y viven en las costas de Europa y América del Norte. Estos caracoles, de concha ligeramente verdosa, producen una baba espesa que los ayuda a deslizarse sobre las rocas costeras. Y, a medida que avanzan, dejan estelas de esa sustancia. Lo curioso es que estos bichos suelen seguir los rastros de baba dejados por sus semejantes sobre las rocas. Lo que parecería ser tan sólo una asquerosa costumbre, esconde un interesante beneficio para los bígaros: los biólogos británicos Mark Davies y Peter Beckwith (Universidad de Sunderland) han descubierto que esa baba atrapa pequeñas algas que flotan en el agua. Entonces, cada vez que el agua del mar baña las rocas, los pegajosos rastros actúan como trampas para las algas. Y los astutos bígaros se las comen. En término de energía, esa baba es bastante costosa para estos moluscos, sin embargo, "usarla para atrapar comida podría compensar parte de ese costo", dice Davies. Sin dudas, lo de los bígaros es una muy particular forma de "pastar".



Desde que existe, la física ha tratado de explicar los cambios que se producen en la naturaleza mediante modelos teóricos, aspirando a encontrar leyes y teorías cada vez más simples, consistentes y abarcadoras.

con los colores que percibimos.

El paso siguiente lo dieron las llamadas teorías de la Supersimetría, que apuntaba a unir la fuerza electrodébil con la fuerte. Una de ellas, la Supergravedad, fue la que le permitió a Hawking sentirse en condiciones de pronosticar el fin de la física.

Hacia 1980 Alan Guth, basándose en trabajos de Hawking, formuló la Teoría Inflacionaria, que hasta ahora es la mejor conjetura acerca del Big Bang. La teoría, hoy considerada estándar, daba cuenta de lo que había ocurrido en las primeras fracciones infinitesimales del tiempo cósmico. El mundo, como la Argentina menemista, se había iniciado con una hiperinflación que había dado lugar primero a un "falso vacío" y luego aún "vacío verdadero". Y en esas etapas primordiales del universo había una sola fuerza fundamental que unificaba las fuerzas electrodébil, fuerte y gravitatoria.

Instrumentos de cuerdas

Las candidatas más firmes a convertirse en una Teoría de Todo son hoy las supercuerdas. Lamentablemente, hay cuatro o cinco teorías de cuerdas, sin contar con sus variantes, que pueden ser miles: un mal auspicio para la unidad. Esperemos que no pase lo mismo que con el esperanto y otros idiomas universales, que no hicieron más que sumarse y diluirse en la Babel general.

Entre los principales responsables de las Supercuerdas se cuentan John Schwarz, Michael Green, Edward Witten y David Gross, seguidos por un nutrido grupo en el cual se destaca el argentino Maldacena.

Con las supercuerdas se intenta resolver la básica incoherencia que existe entre la relatividad y la física cuántica, que reinan indiscutidas respectivamente a nivel macro y micro, pero que están lejos de ser congruentes.

Las cuerdas fueron un modelo ad hoc creado por Gabriele Veneziano en 1968 para entender la fuerza nuclear fuerte, que fue casi inmediatamente abandonado cuando surgió la Cromodinámica. La idea era tan simple como genial. Si en lugar de representar las "partículas" como puntos, tal como había ocurrido desde Demócrito hasta los diagramas de Feynmann, se los imaginaba como rectas, o mejor como "cuerdas" capaces de vibrar tanto en el espacio como en el tiempo, se evitaba una enorme cantidad de efectos matemáticos indeseados en sus interacciones.

En este esquema, las partículas son algo así como notas musicales, reconocibles por sus armónicos. Recordemos que después de todo, la ciencia occidental comenzó con Pitágoras, que había relacionado la longitud de las cuerdas de una lira con la altura del sonido que producían...

La combinación de la teoría de cuerdas con la supersimetría es lo que hoy se llama supercuerdas. Con este enfoque, por primera vez la física de partículas se conecta con la cosmología. Las supercuerdas no sólo explican la conducta de hadrones y leptones; también ofrecen automáticamente una interpretación de la gravitación.

Se las piensa como estructuras infinitesimalmente delgadas (harían falta 1020 de ellas para alcanzar el diámetro de un protón) que sin embargo podrían estirarse hasta alcanzar magnitudes astronómicas. Las "cuerdas cósmicas" y la "materia fantasma" estarían entre sus derivaciones más extrañas.

Hay quien dice que las supercuerdas fueron descubiertas por azar antes de tiempo, pero pertenecen a la física del siglo que viene. Edward Witten, uno de sus promotores, afirma que para llegar a comprenderlas necesitaríamos construir cinco nuevos campos de la matemática. No falta quien dice que son "una nueva rama de la geometría", un enfoque topológico que viene a profundizar esa geometrización de la física que iniciara Einstein.

La primera versión de la teoría obligaba a utilizar 26 dimensiones, que luego se redujeron a 10, necesarias para evitar la postulación de los "taquiones", partículas más veloces que la luz. De esas diez dimensiones, seis se "compactan", por lo cual no son observables, de manera que sólo podemos apreciar las cuatro del espacio-tiempo einsteniano.

Aunque parezca extraño, esta idea tiene más de medio siglo. En 1921 el alemán Theodor Kaluza reemplazó las cuatro dimensiones que usaba Einstein por cinco, y obtuvo no sólo los resultados conocidos sino también un grupo de ecuaciones que resultaron ser las de Maxwell. El sueco Oscar Klein (1926) sorteó la dificultad de la quinta dimensión, explicando que estaba "enrollada" en sí misma, como si fuera un tubo. La teoría fue una curiosidad matemática durante 50 años, pero ha vuelto a ser revisada a partir de las cuerdas.

El punto más débil de la teoría está en que todavía no tiene predicciones que puedan ser corroboradas por medios experimentales. De no descubrírselas de manera fortuita, se estima que su comprobación exigiría construir aceleradores de partículas con dimensiones que exceden tanto la capacidad tecnológica como la económica actuales.

Locas ideas

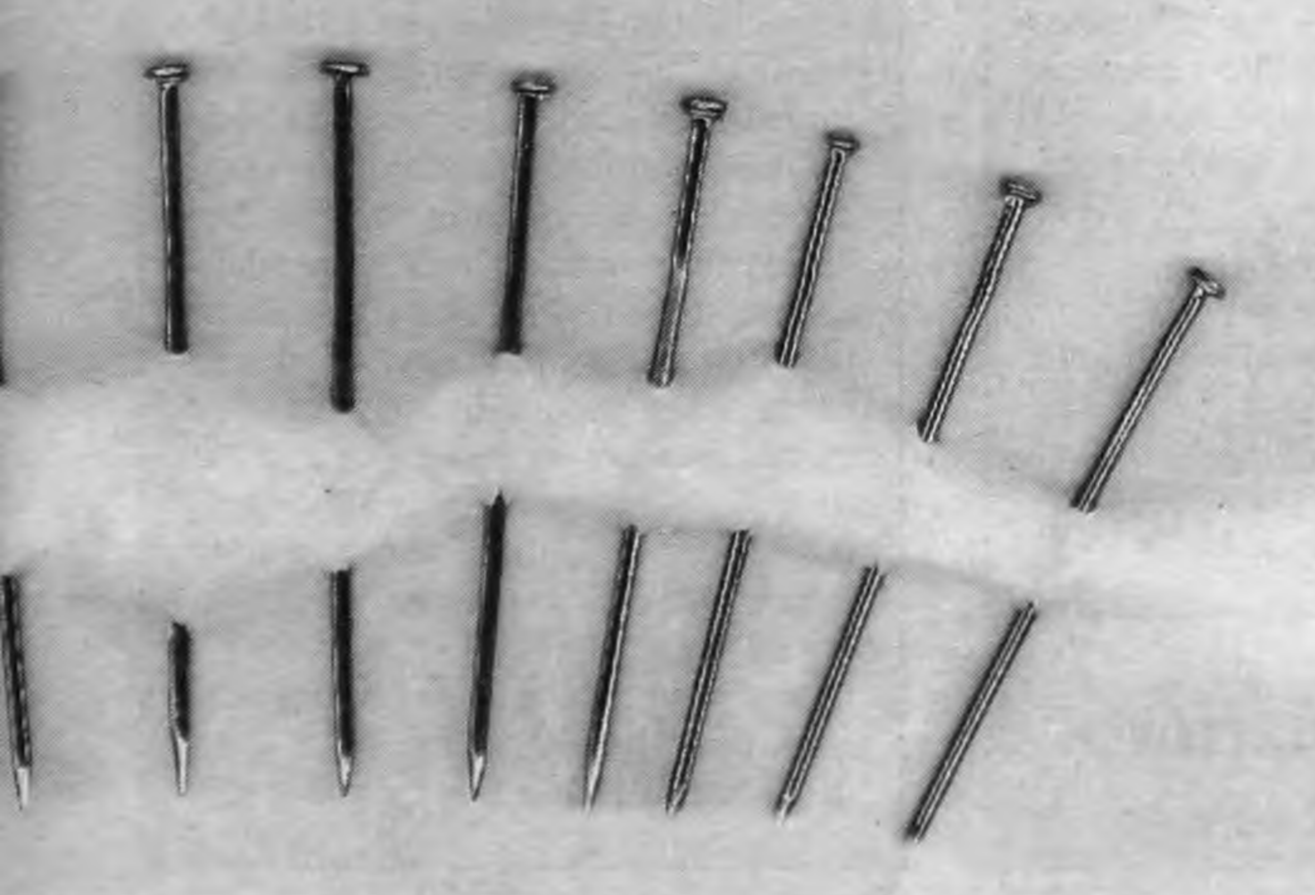
Los protagonistas, como Schwarz y Green, son reacios a proclamarlas como Teorías de Todo, una denominación que corre más por cuenta de los divulgadores que de los investigadores. Entre los veteranos, los más entusiastas de las cuerdas son Abdus Salam y Steven Weinberg. De todos modos, este último no deja de recomendarles modestia a sus colegas proclives a las totalizaciones universales. Entiende que una Teoría de Todo estaría "lógicamente aislada": sería imposible modificarla sin destruirla.

Richard Feynmann, quien murió en 1988, era bastante escéptico, aunque admitía que ideas mucho más "locas" habían resultado fecundas en el pasado. De cualquier manera, pensaba que la física teórica se estaba deslizando peligrosamente hacia la filosofía, en la medida que se iba alejando de la experimentación.

El más duro de los adversarios de la teoría es otro Nobel, Sheldon Glashow, de quien se ha dicho que "está esperando que la supercuerda se corte". Sostiene que esto tiene tan poco sentido como la teoría de Kaluza Klein, y deplora que la física de partículas y la cosmología se lleven la mayor tajada de los presupuestos, en aras de satisfacer inquietudes filosóficas.

En su libro *Theories of Everything* (1991), el matemático John Barrow pasa revista a todos estos intentos y argumenta que una Teoría de Todo sería algo así como el triunfo del reduccionismo, pero señala que la totalización tiene límites, por ejemplo en el caos y la complejidad. Barrow piensa que "no existe una fórmula que nos pueda despejar toda la verdad, la armonía y la simplicidad. Ninguna Teoría de Todo puede concedernos la comprensión total, porque al tratar de ver a través de todo, podríamos acabar por no ver nada".

Una Teoría de Todo que explicara definitivamente los fundamentos del mundo físico ¿explicaría los fenómenos de la complejidad, como el origen de la vida o de la conciencia? La Teoría de Todo ¿explicaría también a quienes la formulan y a la Teoría misma?

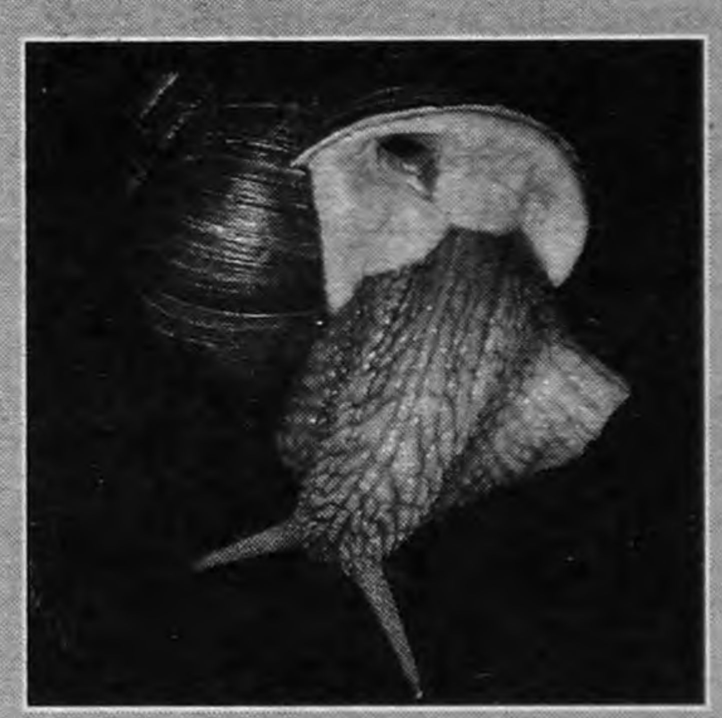


Datos útiles

Un ancestro "estratégico"

SCIENTIFIC AMERICAN Los paleontólogos acaban de completar otro casillero en el complejo árbol genealógico de la humanidad: el nuevo personaje que aparece en nuestra historia se llama Australopithecus garhi, y fue descubierto en Etiopía. Y según parece, sería el primer cocinero y carnicero de la familia. Hace tiempo que los científicos buscaban los restos de algún homínido que llenara el hueco temporal existente entre los primeros Homo erectus (de hace unos 2 millones de años), y los Australopithecus afarensis y anamensis (de más de 3 millones de años). No sólo se trataba de completar la línea, sino también de determinar con más precisión el momento en que nuestros antepasados africanos comenzaron a fabricar herramientas: los erectus lo hacían, pero los afarensis y anamensis, aparentemente no. Recientemente, un grupo internacional de paleontólogos dio en el clavo: encontraron los restos fósiles de un homínido junto a las márgenes de lo que fue un antiguo lago. Las primeras dataciones indican que esos huesos tendrían 2,5 millones de años, lo que coloca al espécimen en medio del citado bache paleontológico. Pero hay otros detalles que hacen sumamente interesante el descubrimiento: muy cerca de los fósiles del primate aparecieron varios huesos de animales rotos y cortados. Y de la misma antigüedad. Esta cercanía física y temporal de los restos conduce a una razonable sospecha: tal vez, el Australopithecus garhi rompía y cortaba huesos para usarlos como herramientas, probablemente para cortar la carne de otros animales. Debido a todo esto, y a ciertas características físicas, no es nada raro que haya recibido ese nombre: en el antiguo idioma local afar, garhi significa "sorpresa".

Astutos caracoles



NewScientist Ciertos caracoles de mar aprovechan la baba que ellos mismos producen para atrapar su comida. Los bígaros son una familia de moluscos marinos gasterópodos, y viven en las costas de Europa y América del Norte. Estos caracoles, de concha ligeramente verdosa, producen una baba espesa que los ayuda a deslizarse sobre las rocas costeras. Y, a medida que avanzan, dejan estelas de esa sustancia. Lo curioso es que estos bichos suelen seguir los rastros de baba dejados por sus semejantes sobre las rocas. Lo que parecería ser tan sólo una asquerosa costumbre, esconde un interesante beneficio para los bígaros: los biólogos británicos Mark Davies y Peter Beckwith (Universidad de Sunderland) han descubierto que esa baba atrapa pequeñas algas que flotan en el agua. Entonces, cada vez que el agua del mar baña las rocas, los pegajosos rastros actúan como trampas para las algas. Y los astutos bígaros se las comen. En término de energía, esa baba es bastante costosa para estos moluscos, sin embargo, "usarla para atrapar comida podría compensar parte de ese costo", dice Davies. Sin dudas, lo de los bígaros es una muy particular forma de "pastar".

Los genes que distinguen las alas de las patas, y las manos de los pies

Genes especializados

Copyright El País
Por Javier Capdevila *

En su libro *El juego de lo posible*, el premio Nobel François Jacob dice: "Los biólogos conocen en gran detalle la anatomía molecular de la mano humana. Al mismo tiempo, desconocen cómo el organismo elabora las instrucciones para construir esa mano, qué tipo de lenguaje utiliza para diseñar un dedo". No han pasado 20 años desde que Jacob escribió esa frase, pero los biólogos conocen ya buena parte del lenguaje genético responsable de diseñar una mano humana. Y no es muy diferente del que diseña el ala de un pollo, o la pata de una mosca. Tres trabajos muy recientes han aportado datos reveladores. El crecimiento y el desarrollo de las extremidades se controlan mediante unas proteínas denominadas factores de crecimiento, que son capaces de dar a las células información sobre la posición en la que se encuentran en el primordio (la región del embrión que formará la extremidad adulta).

Combinaciones de estos factores controlan el crecimiento de la extremidad y distinguen el dorso de la palma de la mano, o el dedo meñique del pulgar. También se han identificado ya docenas de genes humanos que intervienen en el desarrollo de las extremidades, incluidos genes que están mutados en varias formas de enanismo. Los biólogos pueden manipular animales de laboratorio (como el ratón o el pollo) para cambiar características específicas de las extremidades. Por ejemplo, se pueden obtener pollos con tres alas en vez de dos, o ratones con diez dedos en vez de cinco.

Brazo por ala

También sabemos que, hablando en términos moleculares, un brazo humano es equivalente al ala de las aves o incluso al ala de las moscas: todas las extremidades se construyen siguiendo instrucciones genéticas similares en todos los organismos. Las extremidades son las estructuras corporales de cuyo desarrollo embrionario se conocen más detalles moleculares. A pesar de estos avances, un misterio acerca del desarrollo de las extremidades ha permanecido sin resolver hasta ahora: ¿qué hace que un brazo sea tan distinto de una pierna? No es, ni mucho menos, un problema trivial o carente de interés. Por ejemplo, el hecho de que las extremidades inferiores humanas sufrieran una serie de cambios morfológicos que las adaptaron a la postura bípeda fue un factor determinante en nuestro proceso evolutivo. Cambios en las extremidades inferiores y en otras estructuras corporales permitieron a nuestros antepasados homínidos andar erectos, lo que facilitó un cambio radical en su estilo de vida y posibilitó la ocupación de nuevos nichos ecológicos. En general, los animales necesitan desarrollar distintos tipos de extremidades, adaptadas a distintas funciones como la locomoción, reproducción, alimentación, etc. En el embrión, los primordios de brazos y piernas son muy parecidos. Ambos aparecen como minúsculos saquitos de células que sobresalen del flanco del embrión (hacia las dos semanas de gestación, en el caso del embrión humano).

Genes activos e inactivos

Si las extremidades se construyen siguiendo un programa escrito en los genes, ¿son los genes activos en los brazos distintos de los de las piernas? La respuesta es afirmativa, de acuerdo con las investigaciones del grupo dirigido por el español Juan Carlos Izpisúa Belmonte, en el Instituto Salk de Estudios Biológicos en La Jolla (California). Su laboratorio ha identificado un pequeño número de genes que, en vertebrados, están activos o bien en el primordio del brazo o bien en el de la pierna, pero no en ambos. Un gen llamado Tbx5 se activa solamente en los primordios de la extremidad superior (brazo en humanos, ala en aves, pata delantera en ratones), pero no en los de la inferior. Los genes Tbx4 y Pitx1, en cambio, se activan sólo en los primordios de la inferior (pierna en humanos, pata trasera en otros animales). ¿Podrían ser estos genes los encargados de distinguir entre brazos y piernas durante el desarrollo embrionario? La respuesta parece ser nuevamente que sí. En un grupo de experimentos presentados en la revista *Genes & Development*, Izpisúa Belmonte, en colaboración con Michael Rosenfeld, de la Universidad de California en San Diego, ha demostrado que el gen Pitx1 es el que distingue la pierna del brazo. Ratones manipulados genéticamente para que carezcan del gen Pitx1 tienen las patas traseras muy parecidas a las delanteras.

En correspondencia, si los investigadores fuerzan la actividad del gen Pitx1 en la extremidad anterior (donde normalmente está apagado), ahora la extremidad anterior se transforma parcialmente en posterior. Este último experimento se realizó en embriones de pollo, en los que se detectó una transformación parcial de alas en patas. Los resultados demuestran que la actividad de Pitx1 está, de algún modo, instruyendo a la extremidad para desarrollarse como extremidad inferior (pata en el caso del pollo, o pierna en el caso del ser humano). Resultados similares fueron presentados en la revista *Science* por Malcolm Logan y Cliff Tabin, de la Facultad de Medicina de Harvard. Un segundo grupo de resultados, publicados en el último número de la revista *Nature*, demuestra que los genes Tbx5 (específico del brazo) y Tbx4 (específico de la pierna) están también implicados en este proceso de distinguir brazos de piernas. Izpisúa Belmonte y su equipo han confirmado que los dos genes son imprescindibles para que las extremidades se desarrollen con la identidad correcta (brazo o pierna, ala o pata).

Ratones sin pies ni cabeza

Varios laboratorios están intentando crear ratones que carezcan por completo de los genes Tbx4 o Tbx5 para estudiar las consecuencias que se derivan de la falta total de uno u otro gen (de manera similar a lo que se hizo con Pitx1). También se está intentando descubrir nuevos genes que se activen sólo en el primordio del brazo o de la pierna, ya que con toda seguridad la decisión genética de producir un brazo o una pierna requiere la participación de otros muchos genes, además de los tres ya definidos. La genética del desarrollo de las extremidades está contribuyendo a develar el mecanismo de un proceso biológico fundamental, pero tiene también aplicaciones prácticas importantes. Por ejemplo, los genes estudiados en pollo y en ratón existen también en humanos, y se ha comprobado que un tipo de malformación congénita que da lugar a defectos en las extremidades superiores (y también en el corazón) está causada por alteraciones en el gen humano Tbx5. Este conocimiento posibilitará llevar a cabo un diagnóstico prenatal para detectar la mutación durante la gestación, procedimiento que ya se realiza de forma rutinaria en un número pequeño de enfermedades con una causa genética conocida.

Estudios contra el cáncer

A más largo plazo, el conocimiento de los mecanismos de acción molecular de estos genes (y de otros implicados en enfermedades humanas) podrá permitirnos el diseño de estrategias que corrijan algunos defectos hereditarios. Además, se ha comprobado repetidamente que la mayor parte de los genes importantes para el desarrollo de las extremidades están también implicados en la aparición y el desarrollo de distintos tipos de cáncer en humanos, lo que sin duda aumentará mucho el interés de los investigadores biomédicos por el estudio en profundidad de los genes que controlan el desarrollo embrionario.

** Javier Capdevila es investigador posdoctoral en el Instituto Salk de Estudios Biológicos en La Jolla (California).*

AGENDA

Posgrados en Sociales
La Secretaría de Posgrados de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA informa que está abierta la inscripción para los cursos de posgrados que se darán en el segundo cuatrimestre. Para solicitar información comunicarse al 4508-3800.

Cursos en Exactas
El programa ECI 99 del Dpto. de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) invita a los cursos que se dictarán del 19 al 24 de julio. Los mismos son de 15 horas de duración y arancelados (descuentos para docentes y alumnos), tendrán evaluación y control de asistencia. También contará con profesores de distintas universidades del mundo.
Las temáticas son amplias y pueden solicitarse informes a los teléfonos: (54) (11) 4576-3390/95 internos 701/702 o al email eci@dc.uba.ar o en Internet en : http://www.dc.uba.ar/eci.

Museo de ciencias
El Museo Participativo de Ciencias ya está planificando sus actividades para las vacaciones de invierno. Por eso desde el 19 al 30 de julio abrirá sus puertas de 10 a 20 horas, con actividades programadas desde las 14.

Mensajes a FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

LIBROS

Qué significa todo eso

Richard P. Feynman
Crítica, 147 págs.



"Qué significa todo eso", no es una pregunta, como podría esperarse, sino una afirmación. El planteo de Richard P. Feynman –premio Nobel 1965 de física– apunta a una visión del mundo. Sí, porque "todo eso" significa justamente todo eso, todo, todo. Se trata de la visión que un científico, tiene sobre el mundo y el impacto que las ideas científicas tienen sobre la sociedad.

Es la primera publicación de las conferencias que Feynman dio en la Universidad de Washington en 1963. Tres jornadas en donde, a partir del tema de la "incertidumbre", se aborda a la ciencia, los valores y el mundo y sus creencias en general. Si la clave de análisis propuesta es interesante, los resultados no son del todo reveladores, ni arriesgados, porque la incertidumbre en realidad termina siendo casi un valor que permite arribar a la mayor certeza esperable. Quizá el gancho esté en la sencillez de la exposición que, a través de pocas páginas y sin mayores piruetas, plantea una buena radiografía sobre cómo Feynman, uno de los grandes físicos del siglo, piensa "todo eso".